

NÖVÉNYI SZEREK HELYE A MAI GYÓGYSZERKINCSBEN

Gyógyszerészet 55. 667-671, 674. 2011.

Több mint színanyagok – a karotinoidok I. rész

Szendrei Kálmán, Csupor Dezső



Bevezetés

Az élővilág végtelen sokféleségének egyik sokszor diszért, számtalan szépirodalmi és más művészi alkotásban megjelenített vonása a növények színbeli változatlansága. Bár ugyanez elmondható az állatvilágról, sőt az alacsonyabb rendű élővilágról is, mégis a virágok színpompája az, ami a költőt, festőt és az átlagembert



1. ábra: Karotinban gazdag, jellegzetes színű növények: sárgarépa, paradicsom, spenót

Aranyeső kérdezi: „Jöhetnek?”

„Igen, igen!” – felel a kikelet.

S az egész bokor már csupa arany.”

(Devecseri Gábor)

„Az égen nyári fényzőn;

De minden bokrot megelőzve

A kecskerágó már az őszre

Biborsapkásan ráköszön.”

(Tóth Árpád)

egyaránt magával ragadja. Ez a színpompa, néhány ritka kivételtől eltekintve (pl. indigó, céklarépa, amarant) meglepően kevés színanyagcsoportnak köszönhető. A színanyagok csoportjain belül (flavonoidok, antociánok, karotinoidok) viszont nagy a szerkezeti változatosság; az élénk színű anyagoknak több száz, esetleg ezer szerkezeti módosulata vált már eddig is ismertté az élővilágból, és ez még messziről sem jelenti azt, hogy kimerítettük, megismertük volna a végtelen színváltozatosság valamennyi okozóját. Ugyanez mondható el ezeknek a színanyagoknak a biológiai folyamatokban, az ember és más élőlények életében, főleg a szervezet egészség-állapotában játszott szerepéről. Ez irányú ismereteink az utolsó évtizedekben gyorsuló ütemben bővültek, főleg a táplálkozásnak az egészségben és egyes betegségekben betöltött szerepére irányuló vizsgálatok révén [1]. Mára valószínűleg elérkezett az ideje annak, hogy ezeket a sokáig alulértékelt növényi (és állati) eredetű anyagcsere-termékeket felfogásunkban „rehabilitáljuk”, a mára már bizonyított sokféle esztétikai, technikai és fiziológiai szerepük bemutatásával a jelentős növényi hatóanyagok rangjára emeljük.

Bár sorozatunk célkitűzésének megfelelően a növények és a belőlük előállított szerek helyét a gyógyszerkincsben vizsgáljuk, már több korábbi elemzésben is hangsúlyoztuk, hogy

a) a táplálkozás bonyolult folyamatainak mélyülő megismerésével gyorsan változik felfogásunk a növényi (és állati) eredetű élelmiszerek egyes összetevőiről, azok fiziológiai szerepéről a szervezetben. Egyre több olyan összetevőről derül ki, hogy fontos szerepet játszanak egyes fiziológiai folyamatok finom szabályozásában és ezáltal az állati és növényi eredetű táplálékok egészségvédő tulajdonságában,

amelyeknek korábban a táplálékban tisztán esztétikai, íz-, vagy illatadó szerepet tulajdonítottak.

- b) Ezzel megváltozik az ilyen összetevőket bőségesen tartalmazó növényi táplálékok szerepéről alkotott kép is. Felszínre kerülnek és tudományos megalapozást nyernek azok a tulajdonságok, amelyek éppen „ártalmatlanságuk” miatt csupán a feltételezett „jótékony” hatások szintjén voltak. Egyre inkább elmosódnak a határok a csak tápláléknak minősülő és a korábban kategorikusan gyógynövénynek minősített növényfajok és termékeik között. Így van ez a legtöbb növényi színanyaggal is. Korábban felismert csekély fiziológiai szerepükről alkotott felfogásunk egyre több új ismerettel bővül, illetve pontosabb megalapozást nyer és újabb alkalmazási lehetőségekkel egészül ki.

Jelen alkalommal a karotinoid alapszerkezettel rendelkező anyagokkal, azokat tartalmazó növényekkel (**1. ábra**), azok korábbi és újabb alkalmazásaival és a még nem kellően igazolt, csupán feltételezett alkalmazási lehetőségekkel kívánunk foglalkozni. A tudományban jelentőségük elismerése régen megtörtént a karotinkémia és a vele együtt fejlődő A-vitamin kutatás Nobel-díjakkal történt elismerésével [Paul Karrer (1937), Georg Wald (1967)] [2]. Ugyanakkor ezen „színanyagok” valós jelentősége, a hozzájuk kapcsolódó szerteágazó farmakológiai felismerések, és a kutatások eredményeként kifejlesztett gyógyszerek (pl. retinoidok) talán a mai napig sem kapnak kellő hangsúlyt a gyógyszerészeti ismeretanyagban.

A jelentős karotinoidok

Ma több mint 600 karotinoidot ismerünk a természetből [3]¹. Ezeket elsősorban a növényvilágból írták le. A többségében negyven szénatomos, hosszú szénláncú, számos kettőskötést tartalmazó molekulák nagy szerkezeti változatosságát a hosszú telítetlen szénlánc térbeli szerkezete (a kettőskötések térállása) és a lánc két végén különböző funkciós csoportok (gyűrűk, hidroxil-, epoxi-, aldehyd-, keton- és észtercsoportok) adják. A legismertebb karotinoid, a β -karotin és természetben előforduló fontosabb izomérjei (α -, és γ -karotin) is oxigénmentes szénhidrogének, hasonló a likopin is. A többi fontosabb karotinoid (lutein, zeaxantin) oxidált termék, amelyek legtöbbször szintén szabad állapotban vagy észterkötésben fordulnak elő a növényekben. Az oxigénfunkciót tartalmazó karotinoidokat összefoglaló néven xantofiloknak is

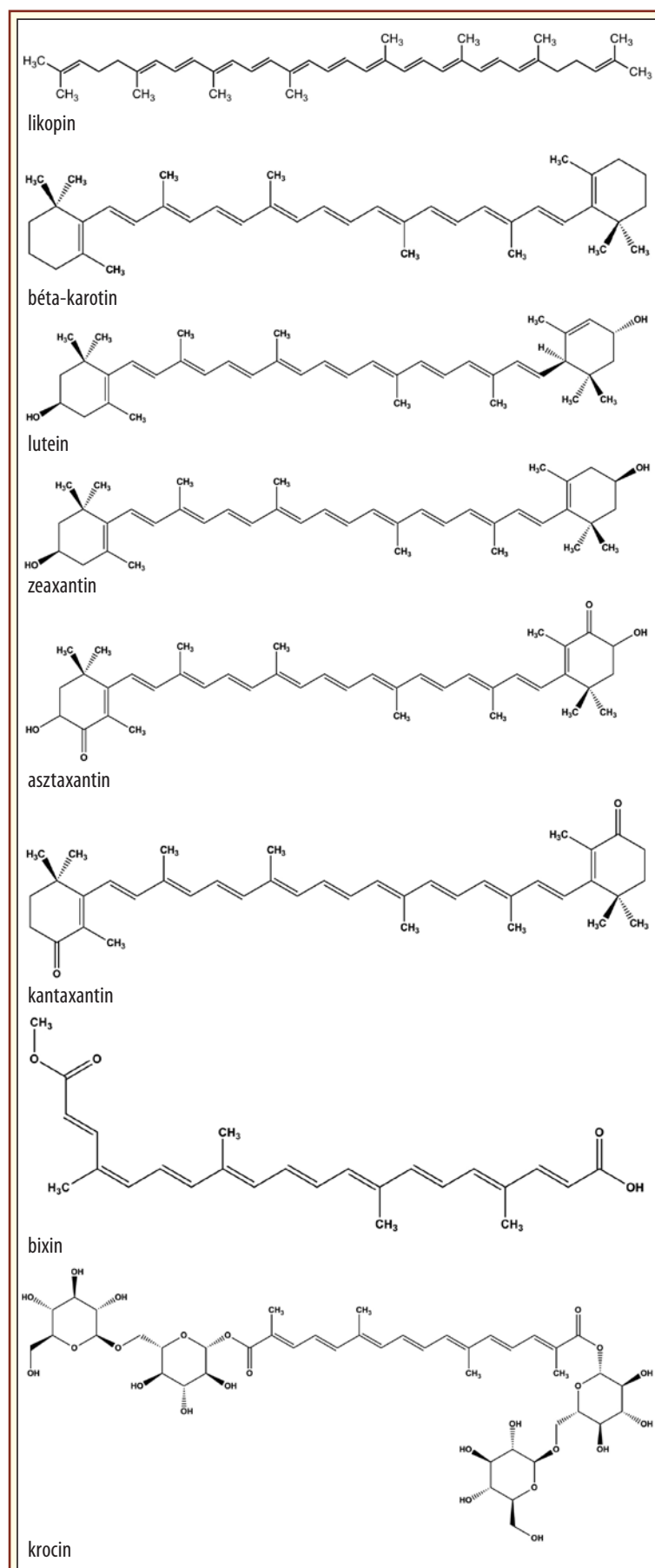
nevezik. Gyakoriak a hosszú szénláncú zsírsavakkal képzett észterek, pl. a lutein palmitátsztere, a helenien, amely nagy mennyiségben fordul elő a lutein és zeaxantin ipari nyersanyagául szolgáló *Tagetes* fajok virágaiban. A glikozidok (pl. krocin) viszonylag ritkák. Nem ismerünk olyan növényt / növényi részt, amely kizárólag egyetlen karotinoidot tartalmazna, viszont minden zöld levél tartalmaz xantofilokat; rendszerint sokkomponensű komplex keverékeként vannak jelen az élő szövetekben. Ezeknek a karotinoid komplexeknek a mindenkori összetétele, szabad vagy kötött állapota, összmennyisége és az összetevők arányának változása határozza meg az adott növényrész, vagy állat színét, színváltozatát és a szín esetleges megváltozását (lásd a paprika és sok gyümölcs színváltozását az érés folyamán, a falevelek őszi színváltását). A növényvilágban, ritka kivételektől eltekintve, eddig nem találtak kifejezett taxonómiai összefüggéseket a karotin előfordulásban, felhalmozásban. Az állatvilágban főleg vízi élőlények karotinoid tartalmát vizsgálták behatóan. Úgy tűnik, hogy az állati szervezetek nem képesek a tipikus karotinoidok *de novo* szintézisére, csak sokrétű enzimatis és direkt oxidációval történő átalakítására. Az emberhez hasonlóan a növényvilágból veszik fel ezeket az anyagokat. Alaposan tanulmányozott a zeaxantin és lutein átalakulása asztaxantinná egyes tengeri állatokban.

A szerkezetükből következően a tipikus (szénhidrogén) karotinoidok és a karotin-észterek kifejezetten lipid jellegűek, zsírokban, zsíroldoszerekben oldódnak. Vízben csak az oxidált származékok egy része oldódik részlegesen, pl. a paprika egyes piros színanyagai és a sáfrány sárga színanyaga, a krocin. Ezzel magyarázható az, hogy egy sor szép sárga virág (pl. körömvirág), termés (sütőtök, csipkebogyó), sőt a sárgarépa karotinoidjainak jelentős része sem oldódik ki vízzel teába vagy levesbe. Ezért van az is, hogy a gyümölcsleveken és koncentrátumokon túl nem ismertek vizes alapú karotinoid fogyasztási formák (forrázatok, főzetek, vizes kivonatok-koncentrátumok) sem.

A hosszú telítetlen szénláncú szerkezetek alapján elvileg várható lenne az, hogy a karotinoidok, a zsírsavakhoz hasonlóan, jelentős energiaforrások az élő szervezetekben. Hogy ez még sincs így, minden bizonnyal terpenoid felépítésüknek tudható be. Mint látni fogjuk, az élő szervezetek ezeket a molekulákat is lebontják, de nem energianyerés céljából, hanem egy sor magas aktivitású természetes anyag előállítására. Bár sok tekintetben a növényi lipidekhez hasonlóak, sokkal inkább a növényi szterollokkal és triterpénekkal rokonok mint a zsírokkal, olajokkal. Az energiaforrás funkciónak egyébként a viszonylag alacsony koncentrációk (legtöbbször 0,01-0,2%) miatt sem felelnek meg.

A karotinoidoknak egyik nagyon fontos és ma legtöbbet hivatkozott tulajdonsága az oxidációra való hajlam, ami szorosan összefügg telítetlen szerkezetükkel.

¹ A magyar szerves kémia legszebb fejezetei közé tartoznak azok a karotinoidkutatások, amelyeket a múlt század húszas éveitől kezdve Zechmeister László, Cholnoky László és őket követő négy nemzedék vegyészeti értéke el a növényvilág színpompájához hozzájáruló karotinoid színanyagok leírásában sok-sok hazai és külföldi növényfajból. Eredményeik jelentős mértékben járultak hozzá a karotinoidok finomszerkezetének és több fontos átalakulási folyamatának pontosabb megértéséhez is.



2. ábra: Néhány gazdaságilag jelentős karotinoid

Ez egyrészt limitálja ezeknek az anyagoknak a stabilitását, másrészt fontos élettani funkciók alapja.

Gazdasági jelentőségre csak azok a karotinoidok tettek szert, amelyek kielégítő stabilitással rendelkeznek és valamilyen természetes nyersanyagban nagyobb mennyiségben található, abból könnyen kinyerhetők, vagy szintetikus úton gazdaságosan előállíthatók. Ezeknek a követelményeknek ma csak mintegy féltucatnyi karotinoid felel meg, elsősorban a β -karotin, likopin, zeaxantin és lutein. Ezekon kívül színezékként alkalmazzák a *Bixa orellana* terméseiben 5-6% mennyiségben található bixint, amely egy rövidült láncú apokarotinoid származék [4, 5]. Ma sokféle alkalmazást nyer bizonyos tengeri mikroalgák, a legkülönbözőbb Crustaceák, egyes halak (lazac), mikroalgák és egy élesztőgombafaj vörös színű színanyaga, az asztaxantin (3. ábra; 1. táblázat) [6].

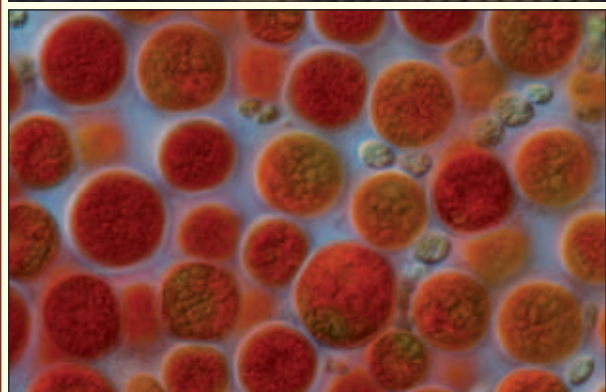
Ipari méretekben állítanak elő és forgalmaznak egy további vörös színű karotinoidot, a kantaxantint is (2. ábra), amelyet először ehető gombafajokból írtak le, majd megtalálták egyes zöldalgákban, baktériumfajokban, Crustaceákban és halakban. Humán dietetikai szerepén túl (ételszínezék) széleskörűen alkalmazzák állati tápokban hal-, és tyúktenyésztésben egyedül, és asztaxantinnal keverve is. Kiterjedten alkalmazzák kozmetikai célokra, mesterséges barnító kozmetikumokban.

A β -karotint, a likopint, a bixint és az asztaxantint egyes növényekből tisztán is előállítják és alkalmazzák ugyanúgy, mint a gyógynövények sok más fontos hatóanyagát. A lutein előállítása, gazdaságossági okokból legtöbbször zeaxantinnal alkotott keverék formájában történik. A fontos karotinoidokat jelentős mennyiségben tartalmazó növényi nyersanyagokat az 1. táblázat tartalmazza. Szintézissel ma β -karotint, likopint, zeaxantint, asztaxantint és kantaxantint állítanak elő iparilag jelentős mennyiségben. Az említett C40-karotinoidokon kívül az apokarotinoidok közé tartozó β -apo-8'-karotenal, etil- β -apo-8'-karotenoát és citranaxantin ipari szintézise is megoldott. Az aldehidet élelmiszerszínezékként, észterszármazékát és a citranaxantint szárnyastápok előállítására (gyakran ettől szép sárga a tojás) használják fel. A szintetikus karotinoidgyártás piacán a Hoffmann-La Roche és a BASF az egyeduralgó, ugyan-

I. táblázat

Magas karotinoidtartalmú növények és ipari nyersanyagok [3, 7]

β -karotin (mg/100 g)	likopin (mg/100 g)	lutein/zeaxantin (mg/100 g)	asztaxantin (mg/100 g)
Nyers sárgarépa 7,9-18,3	paradicsompüré 29,3	főtt kelkáposzta 15,8	<i>Haematococcus pluvialis</i> (mikroalga) 1000-4000
Főtt sárgarépa 8,0-9,8	ketchup 17,0	nyers spenót 11,9	<i>Phaffia rhodozyma</i> (élesztőgomba) 200-800
Nyers spenót 5,6	paradicsomszós 6,2-16,0	főtt spenót 7,1	<i>Euphausia</i> sp. (krill) 3-4
Főtt spenót 5,2-5,5	paradicsomlé 8,6-9,3	nyers saláta 2,6	<i>Salmo</i> sp. (lazac) 2,5-3,5
Káposzta 4,7	görögdinnye 4,1-4,9	főtt brokkoli 2,2	<i>Procambarus clarkii</i> (rák) 0,1-0,3
Sütőtök 2,4-6,9	rózsaszín grapefruit 3,4	cukkini 2,1	
Sárgabarack 2,6	nyers paradicsom 3,0-3,1	zöldbab 1,4	



3. ábra: Asztaxantin előállítása egy izraeli üzemben és a vegyületet szintetizáló *Haematococcus pluvialis* alga

is a β -karotinon kívül a többi említett vegyületet csak ez a két cég gyártja [7].

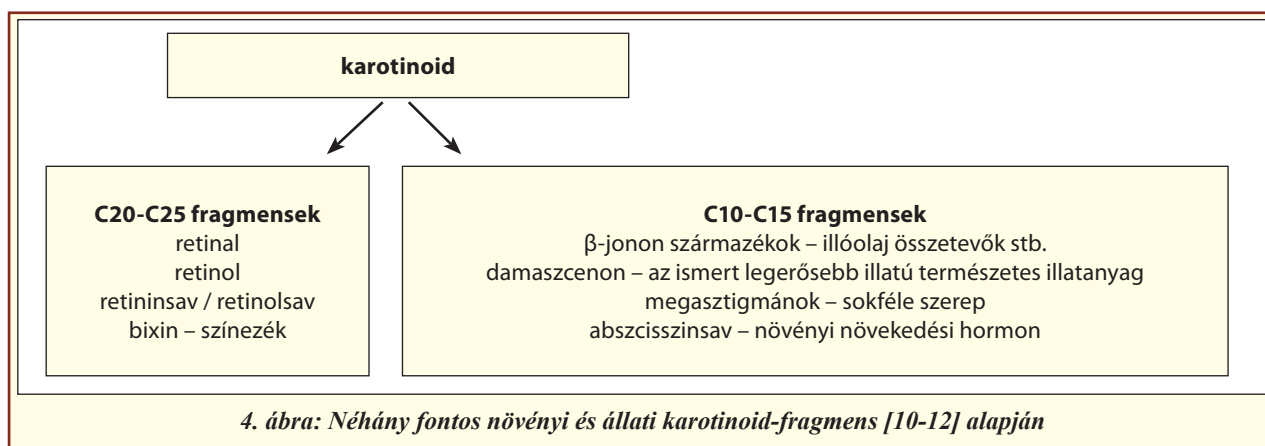
Érdekes vonás a karotinoidok élő szövetekben való természetes előfordulásában az, hogy gyakran találhatók fehérjeburok által körülvett („becsomagolt”) állapotban, s ez jelentős mértékben befolyásolhatja a kioldódásukat és a biológiai hasznosulást. Az egyik legismertebb példa a paradicsom, amelyben a likopin ilyen kötött formában van. A friss termésből, sőt a paradicsom préseléséből is csak részben szabadul fel, de főzést követően jelentősen megnő a szabad likopin mennyisége (lásd I. táblázatot). Azt is megállapították, hogy az asztaxantint felhalmozó tengeri élőlények (rákok és más Crustaceák) szervezetében a karotinoid szintén

ilyen fehérjeburokban van jelen. Ekkor az élőlény csaknem színtelen, vagy halvány színű. Forró vízben, főzéskor denaturálódik a protein védőburok és gyorsan megjelenik a felszabadult karotinoid narancsvörös színe. Bizonyos élőlényekben ez a színváltás hőmérsékletváltozásra, táplálékhiányra vagy más stressz hatására is bekövetkezik [3, 8]. Azt is megfigyelték, hogy a xantofilok a levelek fotoszintetizáló rendszerében szintén kötődnek a fényt begyűjtő fehérjekomplexhez és így vesznek részt a fény szűrésében (védő mechanizmus) és a hasznosítás (fotoszintézis) bonyolult folyamatában [9, 10].

Az I. táblázatból látható, hogy a szerepeltetett növény- és állatfajok között jórészt csak élelmiszerek szerepelnek, a listán nincs egyetlen kizárólagosan a gyógyászatban alkalmazott növény, vagy növényi rész sem. Ugyanakkor nagyon sok növényi drog tartalmaz jelentősebb mennyiségben karotinoidokat (körömvirág, kamilla, árnik, paprika), ezek azonban a gyógyászati felhasználást, az alkalmazásaikat nem a karotin tartalmuknak, hanem más hatóanyagoknak köszönhetik. Ezzel szemben ma már bizonyítottnak tekinthetjük azt, hogy a zöldségek, gyümölcsök egészségvédő funkciójában, sőt egyes gyógyhatásaiban is szerepe van a karotinoid összetevőknek [1, 3].

Nem csupán színanyagok!

A karotinoidok legszembetűnőbb tulajdonsága kétségtelenül a jellegzetes színük (I. ábra). Az élővilágban színanyagként is sokféle szerepet játszanak (szignál funkciók). Korábban feltételezték azt, hogy a zöld levelekben található sárga-vörös xantofilok valamilyen módon kiegészítik a klorofillt. Később konkrét adatokkal is sikerült igazolni, hogy sajátos, az ultraibolya tartományban erős fényelnyelő képességüknek köszönhetően védik a fotoszintetizáló klorofill komplexet és a növényi szöveteket az ultraibolya sugárzás károsító hatásától. Ugyanakkor maguk a karotinoid molekulák különböző „károsodásokat” szenvednek, többnyire oxidáció révén, esetleg elbomlanak kisebb



molekulákra. Hasonló védelmi szerepet töltenek be ezek az anyagok az állati szervezetekben is erős oxidációra való hajlamuk (hat-tizenhárom kettőskötés a polién láncban!) következtében. Ezáltal más életfontosságú molekulákat, szöveteket védenek az oxidációtól (ez a sokat hivatkozott antioxidáns hatás).

Legfontosabb funkcióik a táplálkozással, táplálékainkkal kapcsolatosak, azokon keresztül valósulnak meg. Növényi táplálékaink jelentős része tartalmaz kisebb-nagyobb mennyiségben karotinoidot. Mai ismereteink jó része is ezekre a táplálékokra, a bennük előforduló karotinoidokra vonatkozik. Szerepükre az emberi szervezetben tulajdonképpen az A-vitaminnal kapcsolatos kutatások terelték a figyelmet, amikor kiderült, hogy az A-vitamint a szervezet nem tudja szintetizálni, hanem szüksége van egy előanyagra („provitaminra”), a β -karotinra, amelynek oxidatív hasításával képződik a vitamin. A több mint egy évszázadon át húzódo kutatásokban párhuzamosan haladt előre a karotinoidok és az A-vitamin tulajdonságainak, sokféle szerepének megismerése [2]. Előbb bebizonyították, hogy az előanyagot, a karotint a különböző növényi táplálékokkal veszi fel a szervezet, majd kiderült az is, hogy az A-vitaminon kívül nagyon sok más fontos anyag keletkezik növényi karotinoidokból a növényekben is és az állati szervezetekben is. Az is bebizonyosodott, hogy nem a β -karotin az egyetlen olyan karotinoid, amely vagy előanyag funkciót lát el, vagy más fontos reakciótermékek kiinduló anyaga. Sok más karotinoid is részt vesz oxidatív és enzimkatalizált átalakulásokban a növényi és az állati szervezetekben, de a β -karotin a legaktívabb A-vitamin forrás valamennyi közül. A zömében oxidatív lebomlások eredményeként rengeteg olyan anyag, töredékmolekula (kellemes illatú oxidált terpenoidok, sejtszaporodást, sejtek és szervezetek közötti kommunikációt, fejlődést befolyásoló egyéb anyagok) keletkezik (4. ábra), amelyeknek a növényekben, illetve az állati szervezetben jelentős fiziológiai szerepe van / lehet. Ilyen oxidatív hasítási termékek a fermentált dohány, tea, sőt a bor és sok illatos gyümölcs (passiógyümölcs, birsalma, sárgabarack) jellegzetes illatanyagai is. Oxidatív hasítás

eredményeként keletkeznek a *Crocus sativus* jellegzetes sárga színanyagai, a krocin és krocetin és a *Bixa orellana* piros színanyaga, a bixin is [10-12].

A táplálkozás szempontjából fontos megállapítás az, hogy a β -karotin \rightarrow A-vitamin átalakulás nem minden növényi táplálékból egyforma hatásfokkal történik az emberi szervezetben. A spenótból például magasabb a „hasznosulás”, mint a jóval több β -karotint tartalmazó sárgarépből [3].

A karotinoidok metabolizmusa lehet egészen egyszerű enzimatis vagy más mechanizmusú oxidáció eredménye, és történhet már magában a növényben vagy később az állati tápanyagban. Az átalakulások sokféleségéből csupán néhány jelentősebbet emelünk ki (4. ábra), amelyek humán jelentősége bizonyított.

Összegzés

1. A sárga-vörös színű karotinoidok az élővilág jelentős részében megtalálhatóak, és a fotoszintézisen túl fontos szerepet játszanak számos életfolyamatban. Több karotinoid-származéknak gazdasági jelentősége is van az állattenyésztésben, az élelmiszergyártásban, és az egészségcélú termékek gyártásában is. Ezeket tiszta állapotban nagy mennyiségben gyártják természetes nyersanyagokból, vagy szintézissel. Ebben az értelemben ezen anyagok jelentősége messze túlnőtt a „színanyag” funkciókon, s egyenrangúvá váltak a többi növényi és gyógynövény hatóanyagokkal.
2. Az ember számára a karotinoidoknak van egy közvetlen nevezhető jelentősége, amennyiben azokat a gyümölcsökkel, zöldségfélékkel, azokból nyert termékekkel és készítményekben intakt formában fogyasztjuk. Ebben az esetben a natív, intakt karotinoidok fejtenek ki különböző szintű egészségvédő, a fiziológias működés szempontjából jelentős hatásokat. A másik, egyre több részletében felismert szerepük oxidatív átalakítások és további módosulások után létrejött sokféle átalakulási termékeik (A-vitamin és rokon vegyületek, illatanyagok, hormonszerű anyagok stb.) hatásának tulajdonítható. Az emberi (és állati) szervezetben egyik legfontosabb sajátosságuk az

oxidációs hajlam, s ennek következtében egy anti-oxidációs védőhatás.

Huang et al.: Phytochemistry 70, 457-464 (2009). Rosa damascena enzimes bomlások.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálás köszönetüket fejezik ki Molnár Péter professzornak (Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Farmakognózi Tanszék) a karotinoidokkal kapcsolatos több fontos összefoglaló forrásmunka rendelkezésre bocsátásáért, és Boros Klárának a képletek megszerkesztéséért..

IRODALOM

1. World Health Organization: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO, Geneva, 2003. – 2. Frankenburg, F.R.: Vitamin Discoveries and Disasters. ABC-Clio, LLC. Santa Barbara, 2009. – 3. Krinsky, N.I., Johnson, E.J.: Molecular Aspects of Medicine 26, 459-516 (2005). – 4. Paris, R.: Matière médicale. Masson, Paris, 1965. – 5. Dános, B.: Farmakobotanika, Argumentum, Budapest, 1997. – 6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Astaxanthin> (letöltve: 2011. 10. 31.) – 7. Ernst, H.: Pure Appl. Chem. 74 (11), 2213-2226 (2002). – 8. Boussiba; Sammy, V.; Avigad, C.; et al.: Procedure for large-scale production of astaxanthin from haematococcus. U. S. Patent 6,022,701 (2000). – 9. Molnár P. et al.: Olaj, szappan, kozmetika 52, 50-55 (2003). – 10. Molnár, P.: Arch. Biochem. Biophys. 483, 156-164 (2009). – 11. Britton, G.: Functions of Carotenoid Metabolites and Breakdown Products. In: Britton G., Jensen-Szinoeve, Pfander, H.: Carotenoids. Vol.4. Natural Functions. Birkhauser-Verlag, Basel, 2008. – 12. Fong-Chin

KÉPEK FORRÁSAI

- <http://www.flickr.com/photos/chrismetcalf/343554033/sizes/o/in/photostream/>
- http://www.flickr.com/photos/the_ewan/2962762666/sizes/o/in/photostream/
- http://www.flickr.com/photos/ted_major/5375353078/sizes/o/in/photostream/
- http://www.fotopedia.com/items/4c76qd2pt2n4o-B0ds_evKhrk
- <http://www.flickr.com/photos/wunderkanone/5107180765/sizes/o/in/photostream/>
- <http://www.algatech.com/astax.htm>

Szendrei K. and Csupor, D.: *More than just pigments – the carotenoids.*

A family of more than 600 distinct compounds in living organisms, the role of the carotenoids have long been reserved to conferring vivid colours on various plants and animals. The discovery of vitamin A, and of its formation from carotenoids long indicated that such concept may not be correct at all. Indeed, a plethora of carotenoid breakdown products with greatly varied functions both in plants and animals, as well as some species-specific enzyme complexes catalysing carotenoid conversions / degradations have been discovered in recent years. Today several carotenoids are extracted from natural sources or produced via synthesis for a variety of uses.

Szegedi Tudományegyetem Farmakognózi Intézet, Szeged, Eötvös u. 6. – 6720

A dolgozathoz tartozó tesztkérdések az utolsó oldalon találhatóak

